"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção"

MÉTODO ELECTRE III APLICADO NA MODELAGEM DO PROCESSO DE ACESSO A ALTA GESTÃO EM ÓRGÃO DE SEGURANÇA PÚBLICA



Marcio Pereira Basilio (UFF)
marciopbasilio@gmail.com
Valdecy Pereira (UFF)

valdecypereira@yahoo.com.br

O presente estudo objetivou reduzir o efeito compensatório dos critérios de escolha nos processo de promoção funcional de acesso aos cargos de alta gestão em órgão de segurança pública no Estado do Rio de Janeiro, por meio da aplicação de método multicritério de apoio à decisão - MCDA. Em relação aos fins pode-se classificar a pesquisa como metodológica e aplicada. Quanto aos meios como bibliográfica, documental, e de laboratório. A pesquisa bibliográfica identificou que há poucos estudos de MCDA aplicados ao campo de segurança pública. A pesquisa documental proporcionou a descrição do sistema vigente no órgão pesquisado. Em laboratório foi utilizado o software J-Electre, que a partir dos dados coletados gerou as matrizes de concordância, discordância, de credibilidade e rank final, do método ELECTRE III, dos 124 candidatos que integravam o quadro de acesso por merecimento a promoção ao posto de coronel da Polícia Militar, em dezembro de 2016. Os resultados, revelam que o processo de classificação resultante da modelagem do problema com o Método ELECTRE III, apresenta eliminação do efeito compensatório, o que resultou em uma alteração de posição em 93,55 % em relação ao modelo atual em utilização na Polícia Militar do Estado do Rio de



"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Janeiro, o que impactaria diretamente na classificação dos candidatos ao posto de coronel.

Palavras-chave: MCDA, ELECTRE III, recursos humanos, segurança pública, J-Electre







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

1 Introdução

O processo de tomada de decisão nas organizações envolve uma série de objetivos, pontos de vistas e critérios aos quais os tomadores de decisão estão sujeitos em seu cotidiano. Ao longo das ultimas seis décadas inúmeras metodologias foram desenvolvidas com *Multiple Criteria Decision Aid* - (MCDA) (Mousseau, 1994), com o objetivo de ajudar os *Decision Maker* (DM) no processo de tomada de decisão. Em se tratando de escolher entre várias alternativas, o DM sempre buscará a solução ótima para a problemática estudada. Isto implica em três tipos de soluções: a) cada alternativa é exclusiva em relação às outras; b) um conjunto de soluções pode ser fixado para todas as situações; e c) as soluções podem ser classificadas da pior para melhor solução.

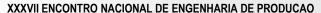
Em relação ao MCDA a literatura encapsula os métodos para resolução de quatro tipos de problemas clássicos (Roy & Bouyssou, 1993), (Wang & Triantaphyllou, 2006) : I) o primeiro $(P.\alpha)$ consiste na formulação de problema que resulte na melhor alternativa; o segundo $(P.\beta)$ consiste em agrupar as alternativas e classes bem definidas; o terceiro $(P.\gamma)$ consiste na problemática que resulta em uma classificação completa das alternativas por ordem de preferência; e o quarto $(P.\delta)$ consiste em descrever como cada alternativa atende a todos os critérios simultaneamente.

O processo de ajuda à decisão consiste em quantificar a preferência de um ou de vários atores envolvidos na tomada de decisão. Os métodos de MCDA admitem quatro situações fundamentais de conflito (Roy & Bouyssou, 1993): Indiferença (I); Preferência estrita (P); Baixa preferência (Q) e incomparabilidade (R).

O presente estudo abordará aplicação de MCDA para solução de problema na área de gestão pública, buscando resposta para a seguinte questão: Como reduzir o efeito compensatório dos critérios de escolha no processo de promoção funcional aos cargos de alta gestão dos órgãos de segurança?

Como objetivo principal a pesquisa pretende reduzir o efeito compensatório dos critérios de escolha nos processo de promoção funcional, por meio da aplicação de método MCDA. Como







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

objetivo secundário a pesquisa buscará conhecer as dimensões em que os métodos de MCDA são aplicados no campo de segurança pública, partindo do princípio de que o MCDA é uma ramificação da Pesquisa Operacional (Govindan & Jepsen, 2016); classificar o problema estudado e identificar o método de MCDA que se aplica a situação estudada.

A instituição pública na qual a pesquisa foi desenvolvida foi a Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ), onde foi estudado o processo de promoção de oficiais superiores ao posto de Coronel.

Os resultados, revelaram que o processo de classificação resultante da modelagem do problema com o método ELECTRE III, apresentou a eliminação do efeito compensatório, o que resultou em uma alteração de posição em 93,55 % em relação ao modelo atual em utilização na Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, o que impactaria diretamente na classificação dos candidatos ao posto de coronel, no período considerado .

2 Aplicação de MCDA na segurança pública

A pesquisa bibliográfica, a qual buscou conhece a evolução da aplicação de métodos de MCDA no âmbito da segurança pública apontou para a existência de poucos estudos no âmbito da segurança pública que se utilize de técnicas multicritério para apoio a decisão. Pois após a utilização de palavras-chaves especificas ao tema e com restrições ao tipo de documentos como a *article* e *review* e ao tipo de veículo de publicação a *journals*, aplicadas as bases de dados, retornaram 965 registros no *Scopus* e 788 registros na base ISI *Web Of Science*. Em cada base, filtros foram aplicados a esses conjuntos de registros, objetivando identificar artigos que contemplassem o uso de métodos multicritério no contexto da área de segurança pública. A aplicação das palavras-chaves e do filtro de pesquisa possibilitou a redução do conjunto de registros aos potencialmente aderentes ao tema da pesquisa. A análise do resumo desses registros resultou em um conjunto com 19 artigos, sendo 19 da base *Scopus* e 6 em comum com a base *Web of Science*. Os artigos foram classificados em cinco dimensões: Segurança Pública; Prevenção de Crime; Segurança Militar; Seguranças das Estradas e Segurança Marítima. Após essa classificação foi também identificados os métodos







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

utilizados e a identificação dos principais autores, descrito na Tabela 1. Em relação aos métodos identificados cabe asseverar que considerou também técnicas diversa ao MCDA mas relacionada a Pesquisa Operacional.

Tabela 1 - Relação das dimensões de segurança e o MCDA

Dim en são	Método(s)	Autor(es)
Segurança Pública		(Liberatore & Camacho-
		Collados, 2016); (Figueiredo &
		Mota, 2016); (Camacho-
		Collados, Liberatore, & Angulo,
		2015); (Bouranta, Siskos, &
		T sotsolas, 2015); (Gupta,
	Graph Algorithms; Dominance-	Chandra, & Gupta, 2014);
	Based Rough Set Approach	(Adler, Hakkert, Raviv, & Sher,
	(DRSA); Linear Programming;	2014); (Chen, Lee, Tseng, &
	MUSA system; Data Mining;	Chen, 2013); (Amendola,
	Multiple-objective programming;	Weisburd, Hamilton, Jones, &
	Gathering and scattering model	Slipka, 2011); (Lau, Ho, Zhao, &
	analysis.	Hon, 2010).
Prevenção de crime	,	(De Paula Silva, et al., 2015);
		(Camacho-Collados &
		Liberatore, 2015); (di Bella,
	Multi-criteria analysis – MCA;	Corsi, & Leporatti, 2014);
	Linear Programming; POSAC	(Manning, Smith, & Homel,
	analyses /PCA/MDS; MCDM;	2013); (Gurgel & Mota, 2013);
	SMARTS multicriteria method.	(Nutt, King, & Phillips, 2010)
Segurança Militar	AHP.	(Karvetski, Lambert, & Linkovz
		2011)
Segurança das Estradas	TOPSIS-RSR; AHP.	(Chen, Wang, & Deng, 2015);
-	-	(Mignelli, Pomarico, & Peila,
		2013)
Segurança Maritima	DEMATEL/ANP.	(Özdemir & Güneroğlu, 2015)

Fonte: Elaborado pelos autores

3 Uma breve visão dos métodos da família ELECTRE

Os métodos ELECTRE compõem basicamente os MCDA do que os especialistas denominaram de escola francesa ou escola europeia. Conforme registrado por (Govindan & Jepsen, 2016) o primeiro método ELECTRE foi apresentado por (Benayoun, Roy, & Sussman, 1966) como relatório de trabalho da *European consultancy company* – SEMA com respeito a problemática específica do mundo real. Mas o primeiro artigo na foi publico em um periódico antes de 1968. Quando (Roy, 1968) descreveu o método em detalhes. Mas tarde, o método foi renomeado como ELECTRE I. Os métodos desta família caracterizam-se basicamente pela utilização do que ficou conhecido como uma relação de *outranking*, ou seja, estabelecimento de um *rank* para um conjunto de alternativas (Wang & Triantaphyllou, 2006). Cada método consiste em duas fases: uma de agregação e outra de exploração. A primeira fase consiste em um procedimento baseado nos conceitos de concordância e







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

discordância, os quais são usados fazer a comparação entre as alternativas. A segunda consiste de um procedimento de exploração da relação de *outranking*, previamente construída na primeira fase. Este procedimento é necessário para construir e apresentar o tipo de resultado esperado para a problemática estudada, conforme em (Figueira J. R., Greco, Roy, & Slowinski, 2013).

O ELECTRE I (Benayoun, Roy, & Sussman, 1966) foi o primeiro da série. Os seguintes foram uma evolução de dois índices: o índice de concordância e o índice de discordância. Os métodos ELECTRE podem ser aplicados em três dos quatro tipos de problemas que um DM pode ter que decidir: $(P.\alpha)$, $(P.\beta)$, $(P.\gamma)$, e $(P.\delta)$. Em relação ao tipo de problema os métodos ELECTRE I, ELECTRE Iv (Figueira, Mousseou, & Roy, 2005) e o ELECTRE IS (Roy & Slowinski, 1984) são aplicados na resolução dos problemas do tipo $(P.\alpha)$. O ELECTRE TRI (Yu, 1992; Roy & Bouyssou, 1993) que posteriormente foi renomeado ELECTRE TRI-B (Figueira, Greco, Roy, & Slowinski, 2010), TRI-C (Almeida-Dias, Figueira, & Roy, 2010) e TRI-nC (Almeida-Dias, Figueira, & Roy, 2012) são aplicados nos problemas tipo $(P.\beta)$. O ELECTRE II (Roy & Bertier, 1971), o ELECTRE III (Roy, 1978), e ELECTRE IV (Roy & Hugonnard, 1982) são aplicados aos problemas do tipo $(P.\gamma)$. O problema do tipo $(P.\delta)$ como assevera (Govindan & Jepsen, 2016) pode ser considerado contido nas outras três problemáticas. Em relação ao sistema de preferência somente os métodos ELECTRE I e II aplicam o critério-verdadeiro. Em relação à aplicação de pesos para os critérios, somente o método ELECTRE IV não aplica pesos para os critérios.

4 O sistema vigente na PMERJ

A Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro é hierarquicamente estruturada dividindo o trabalho em dois blocos: o primeiro é composto por oficiais que são profissionais de nível superior, cuja principal função é o gerenciamento das atividades desenvolvida pela instituição; o segundo é integrado por praças que são profissionais de nível médio cujo o encargo é o da execução das atividades fins da instituição.





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

O efetivo tanto de oficiais como de praças são divididos em quadros específicos. A ascensão funcional ocorre por meio de promoções. No presente estudo, será abordado o processo de promoções dos oficiais ao posto de coronel.

A promoção de oficiais na PMERJ é regulada pelo (Decreto-Lei n. 216, 1975) que estabelece os critérios e as condições de acesso à hierarquia policial-militar por meio de promoções, que ocorrem de forma seletiva, gradual e sucessiva. O (Decreto-Lei n. 216, 1975) estabelece como critérios a promoção:

- a) Antiguidade: baseia-se na precedência hierárquica de um oficial PM sobre os demais do mesmo posto, dentro do mesmo quadro;
- b) Merecimento: baseia-se no conjunto de atributos e qualidades que destacam o valor do oficial entre seus pares;
- c) Por bravura: resulta de atos ou atos não comuns de coragem e audácia que, ultrapassando os limites normais do cumprimento do dever;
- d) *Post-mortem*: resultado do reconhecimento do Estado ao Oficial PM falecido no cumprimento do dever legal.

As promoções por antiguidade e merecimento ocorrem em três datas: 21 de abril; 21 de agosto e 25 de dezembro. O fluxo se da em dois quadros distintos: Quadro de Acesso por Antiguidade (QAA) e o Quadro de Acesso por Merecimento (QAM). O processamento das promoções é feito por um órgão denominado Comissão de Promoções de Oficiais PM (CPOPM).

A CPOPM é composta por membros natos e efetivos. São membros natos o Chefe do Estado Maior e o Diretor Geral de Pessoal. Os membros efetivos são nomeados pelo Comandante Geral da instituição (Decreto-Lei n. 216, 1975).

Em relação à promoção ao posto de Coronel, o (Decreto n. 532, 1975) assevera que ocorrerá somente por merecimento. Desta forma, o QAM será o objeto de estudo desta pesquisa e sua constituição ocorre pela classificação dos Oficiais Superiores ocupantes do posto de Tenente-Coronel e insertos no quadro de acesso, por meio da média aritmética, resultante das notas obtidas pelo Grau de Conceito no Posto – GCP, atribuído pela Comissão de Conceito de





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Oficiais – CCO e registrado na Ficha de Informação - FI; Pelos Pontos Circunstanciais – PC, obtido pelo resultado do somatório de atributos estabelecidos no art. 26 e 27 do Decreto n. 532/75 e dos aspectos negativos ilustrados no art. 28 do referido Decreto; e pelos pontos obtidos pelo julgamento da CPOPM, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Ilustração do processo de formação do QAM

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações do (Decreto n. 532, 1975).

5 Metodologia

O presente estudo em relação aos fins o classifica-se como uma pesquisa metodológica e aplicada. Quanto aos meios a classifica-se como sendo bibliográfica, documental, e de laboratório.

O método utilizado para resolução do problema foi o ELECTRE III desenvolvido por (Roy, 1978) sendo aplicado, por exemplo por: (Lopez, Noriega, & Chavira, 2017), (Leoneti, 2016), e (Hodgett, 2016), (Infante, Mendonça, & Valle, 2014). O método esta dividido em dois segmentos:

1º Etapa – Construção da relação de *outranking*

Nesta etapa, são elaboradas as matrizes de concordância para cada critério e a matriz de discordância. Como saída desta etapa temos a matriz de credibilidade.



8

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

2º Etapa – Exploração da relação de *outranking*.

Nesta etapa, são construídas as classificações parciais, denominadas de destilação ascendente e descendente. A partir da interpolação destas duas pré-ordens temos como saída a classificação final, conforme ilustrado na Figura 2.

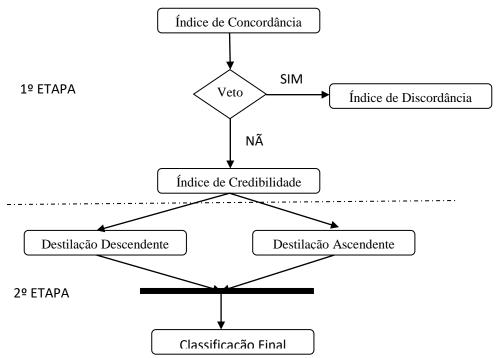


Figura 2: Fluxo processual do método ELECTRE III Fonte: Adaptado de (Giannoulis & Ishizaka, 2010), (Ashari & Parsaei, 2014), e (Infante, Mendonça, & Valle, 2014).

5.1 Universo e amostra

O universo da pesquisa foi o de oficiais superiores da PMERJ do posto de Tenente-Coronel. A amostra foi composta pelo grau de conceitos do posto, pontos circunstanciais e grau de julgamento de 124 oficiais superiores do posto de tenente-coronel, integrantes do QAM, referente às promoções de dezembro de 2016. Por questões éticas os nomes dos candidatos foram preservados e substituídos pelas notações das alternativas {a1, a2,..., a124} respeitando a posição original do quadro.

5.2 Coleta de dados







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Os dados foram coletados em janeiro de 2017, durante a fase da pesquisa documental, junto a Seção de Promoções da Diretoria Geral de Pessoal da PMERJ mediante autorização previa, sem a identificação nominal dos Oficiais candidatos. A partir dos dados coletados foram elaboradas as Tabelas 2 e 3.

5.3 Tratamento dos dados

Na fase de testes em laboratórios, realizada nos meses de fevereiro e março de 2017, os dados foram tratados e processados por meio do software J-Electre-v.1 desenvolvido por (Pereira, Costa, & Nepomuceno, 2016).

Tabela 2 - Parâmetros para os critérios

gj	Critérios	Sigla	Objetivo	Unidade	Escala	Parâ	metro	S	Pesos
						q j	pj	vj	
g1	Julgamento da CPO	СРО	Maximizar	Escalar	R	1	3	4	1
g2	Pontos Circunstancias	PC	Maximizar	Escalar	R	1	3	4	1
g3	Grau de Conceito no Posto	GCP	Maximizar	Escalar	R	.13	.39	.52	1

Fonte: Elaborado pelos autores





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Tabela 3 - Composição do QAM

Posição	СРО	PC	GCP	MF	Rank	Posição	СРО	PC	GCP	MF	Rank
23	5,43	11,40	5,00	7,28	1	26	2,71	11,40	5,00	6,37	63
6	3,71	13,05	4,92	7,23	2	53	2,57	11,50	5,00	6,36	64
2	4,00	12,50	5,00	7,17	3	104	4,14	9,90	5,00	6,35	65
13	5,57	10,90	5,00	7,16	4	42	3,29	10,65	5,00	6,31	66
28	5,29	11,10	5,00	7,13	5	58	2,71	11,20	5,00	6,30	67
9	4,43	11,90	5,00	7,11	6	7	2,43	11,45	5,00	6,29	68
59	5,71	10,55	5,00	7,09	7		2,86	11,00	5,00	6,29	69
55	5,14	11,00	5,00	7,05	8	5	2,29	11,55	5,00	6,28	70
12	3,57	12,55	5,00	7,04	9	33	2,43	11,40	5,00	6,28	71
18	4,14	11,75	5,00	6,96	10		3,14	10,65	5,00	6,26	72
15	4,00	11,75	5,00	6,92	11		2,71	11,00	5,00	6,24	73
92	5,29	10,20	5,16	6,88	12		2,71	10,95	5,00	6,22	74
82	2,43	13,15	5,00	6,86	13		2,29	11,35	5,00	6,21	75
19	3,71	11,70	5,00	6,80	14		2,71	10,85	5,00	6,19	76
106	5,71	9,55	5,12	6,79	15		2,57	11,00	5,00	6,19	77
78	3,86	11,40	5,00	6,75	16		2,57	10,95	5,00	6,17	78
91	4,86	10,40	5,00	6,75	17		2,86	10,65	5,00	6,17	79
34	3,43	11,80	5,00	6,74	18		2,86	10,60	5,00	6,15	80
1	2,14	13,05	5,00	6,73	19		2,57	10,80	5,00	6,12	81
4	2,71	12,45	5,00	6,72	20		3,57	9,80	5,00	6,12	82
61	3,86	11,30	5,00	6,72	21	45	2,57	10,75	5,00	6,11	83
20	3,43	11,70	5,00	6,71	22		2,43	10,85	5,00	6,09	84
24	3,43	11,70	5,00	6,71	23		2,71	10,55	5,00	6,09	85
51	4,29	10,75	5,10	6,71	24		2,43	10,75	5,00	6,06	86
80	5,14	10,00	5,00	6,71	25		2,43	10,65	5,00	6,03	87 88
27 40	2,71 4,14	12,40 10,95	5,00 5,00	6,70 6,70	26 27		2,43 2,43	10,65 10,65	5,00 5,00	6,03 6,03	89
50	2,71	12,40	5,00	6,70	28		2,43	10,05	5,00	6,01	90
64	4,29	10,80	5,00	6,70	29		2,71	10,43	5,00	6,00	91
98	4,86	10,30	5,00	6,69	30		2,86	10,10	5,00	5,99	92
66	4,29	10,75	5,00	6,68	31	56	2,43	10,10	5,00	5,98	93
69	4,43	10,60	5,00	6,68	32		2,43	10,50	5,00	5,98	94
70	4,29	10,75	5,00	6,68	33		2,43	10,50	5,00	5,98	95
97	4,43	10,60	5,00	6,68	34		2,86	10,05	5,00	5,97	96
114	5,43	9,60	5,00	6,68	35		2,86	9,95	5,00	5,94	97
54	2,57	12,45	5,00	6,67	36		2,57	10,15	5,00	5,91	98
81	5,00	10,00	5,00	6,67	37		2,57	10,15	5,00	5,91	99
89	4,86	10,15	5,00	6,67	38		2,71	9,95	5,00	5,89	100
62	4,29	10,70	5,00	6,66	39		2,43	10,15	5,00	5,86	101
3	2,71	12,25	5,00	6,65	40		2,86	9,70	5,00	5,85	102
10	2,57	12,30	5,07	6,65	41	79	2,57	9,95	5,00	5,84	103
72	4,71	10,25	5,00	6,65	42	107	2,71	9,80	5,00	5,84	104
77	4,71	10,25	5,00	6,65	43	122	2,71	9,75	5,00	5,82	105
105	5,00	9,95	5,00	6,65	44	88	2,43	9,95	5,00	5,79	106
75	4,86	10,05	5,00	6,64	45	110	2,71	9,60	5,00	5,77	107
100	4,43	10,50	5,00	6,64	46	74	2,43	9,85	5,00	5,76	108
121	5,43	9,50	5,00	6,64	47	32	2,43	9,80	5,00	5,74	109
11	2,14	12,75	5,00	6,63	48	118	2,71	9,50	5,00	5,74	110
96	4,86	10,15	4,87	6,63	49	120	2,86	9,35	5,00	5,74	111
113	5,00	9,90	5,00	6,63	50	85	2,86	9,65	4,66	5,72	112
83	4,57	10,30	5,00	6,62	51	73	2,29	9,80	5,00	5,70	113
65	3,86	10,95	5,00	6,60	52	95	2,43	9,60	5,00	5,68	114
21	2,71	11,70	5,00	6,47	53	103	2,86	9,05	5,00	5,64	115
123	4,57	9,80	5,00	6,46	54	112	4,43	7,45	5,00	5,63	116
14	2,29	12,05	5,00	6,45	55	102	3,00	9,20	4,66	5,62	117
36	2,71	11,65	5,00	6,45	56	117	2,29	9,45	5,00	5,58	118
101	4,71	9,60	5,00	6,44	57	111	2,43	9,20	5,00	5,54	119
25	2,57	11,60	5,00	6,39	58	115	2,86	8,75	5,00	5,54	120
16	2,29	11,85	5,00	6,38	59		2,57	8,95	5,00	5,51	121 -
31	2,29	11,85	5,00	6,38	60	116	2,43	9,00	5,00	5,48	122



11,00

5,00

6,38

2,43

9,80

4,00 4,00



avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

6 Apresentação dos resultados

A partir dos dados coletados e ilustrados nas Tabelas 2 e 3, com a utilização do software J-Electre, foram realizadas aa comparações par a par dos candidatos, comparando-os critérios a critérios, o que resultou na a matriz de concordância, representada parcialmente pela Tabela 4.

Tabela 4 - Matriz de concordância

	a1	a2	a3	a4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0.0	0.8567	1.0	1.0	1.0	 1.0	0.6667	1.0	0.7617	1.0
a2	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	 1.0	0.9283	1.0	1.0	1.0
a3	1.0	0.9517	0.0	1.0	1.0	 1.0	0.7133	1.0	0.8567	1.0
a4	1.0	0.9517	1.0	0.0	1.0	 1.0	0.7133	1.0	0.8567	1.0
a5	0.9167	0.8817	1.0	1.0	0.0	 1.0	0.6667	1.0	0.7867	1.0
a120	0.6667	0.6433	0.6833	0.6667	8.0	 0.0	0.7383	1.0	0.8817	1.0
a121	0.6667	0.6667	0.7083	0.675	0.825	 1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
a122	0.6667	0.66	0.75	0.7167	0.8667	 1.0	0.7133	0.0	0.8567	1.0
a123	0.6667	0.7167	0.7583	0.725	0.875	 1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
a124	0.6667	0.6767	0.7417	0.7083	0.8583	 1.0	0.7383	1.0	0.8817	0.0

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponivel em

 $https://github.com/researcherm\,cda/ELECTRE-III/blob/master/Search\%20data.xlsx$

Em seguida, em virtude da utilização do limite de veto $\mathbf{v_j}$ que expressa como o critério j refuta a afirmação de que "a é pelo menos tão bom quanto b" globalmente. Sendo assim, foram geradas as matrizes de discordância para cada critério $\mathbf{g_j}$ que estão ilustradas parcialmente nas Tabelas 5, 6, e 7.





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Tabela 5 - Matriz de discordância do critério (g1)

	a1	a2	a 3	a4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.29	0.0	0.0	0.0
a2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.14	0.0	0.0	0.0
a120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a121	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a122	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a123	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a124	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

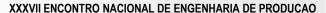
Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx

Tabela 6 - Matriz de discordância do critério (g2)

	a1	a2	a3	a 4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a120	0.7	0.15	0.0	0.1	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a121	0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a122	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a123	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a124	0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Tabela 7 - Matriz de discordância do critério (g3)

	a1	a2	a3	a 4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a121	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a122	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a123	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
a124	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx

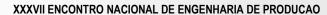
Com os cálculos das matrizes de concordância e discordância, podemos, com a utilização do J-Electre, gerar a matriz de credibilidade, ilustrada parcialmente na Tabela 8. Cabe ressaltar, que J-Electre também gerou o que se denomina de matriz de dominância, ilustrada na Tabela 9, que apresenta outra disposição da matriz de credibilidade, ambas contribuíram para elaboração das destilações descendente e ascendente e da classificação final.

Tabela 8 - Matriz de credibilidade

	a1	a2	a 3	a4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0.0	0.8567	1.0	1.0	1.0	 1.0	0.6667	1.0	0.7617	1.0
a2	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	 1.0	0.9283	1.0	1.0	1.0
a3	1.0	0.9517	0.0	1.0	1.0	 1.0	0.7133	1.0	0.8567	1.0
a4	1.0	0.9517	1.0	0.0	1.0	 1.0	0.7133	1.0	0.8567	1.0
a5	0.9167	0.8817	1.0	1.0	0.0	 1.0	0.6667	1.0	0.7867	1.0
a120	0.6	0.6433	0.6833	0.6667	8.0	 0.0	0.7383	1.0	0.8817	1.0
a121	0.6667	0.6667	0.7083	0.675	0.825	 1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
a122	0.6667	0.66	0.75	0.7167	0.8667	 1.0	0.7133	0.0	0.8567	1.0
a123	0.6667	0.7167	0.7583	0.725	0.875	 1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
a124	0.6667	0.6767	0.7417	0.7083	0.8583	 1.0	0.7383	1.0	0.8817	0.0

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx







avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Tabela 9 - Matriz de dominância

	a1	a2	a3	a4	a5	 a120	a121	a122	a123	a124
a1	0	P-	P+	P+	\mathbf{P} +	 P+	R	\mathbf{P} +	\mathbf{P} +	\mathbf{P} +
a2	\mathbf{P} +	0	P+	P+	P+	 P+	\mathbf{P}^+	\mathbf{P} +	P+	\mathbf{P} +
a3	P-	P-	0	P-	P+	 P+	R	\mathbf{P} +	P+	\mathbf{P} +
a4	P-	P-	\mathbf{P} +	0	\mathbf{P}^+	 P+	R	\mathbf{P}^+	\mathbf{P} +	\mathbf{P} +
a5	P-	P-	P-	P-	0	 P+	P-	\mathbf{P}^+	P-	\mathbf{P} +
a120	P-	P -	P-	P-	P-	 0	P-	P-	P-	P-
a121	R	P-	R	R	P+	 P+	0	P+	P+	\mathbf{P} +
a122	P-	P-	P-	P-	P-	 \mathbf{P} +	P-	0	P-	P-
a123	P-	P-	P-	P-	P+	 P+	P-	P+	0	\mathbf{P} +
a124	P-	P-	P-	P-	P-	 P+	P-	P+	P-	0

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx

O ranking final do Quadro de Acesso por Merecimento (QAM) foi estabelecido pela intercessão das duas destilações: $Z = Z_1 \cap Z_2$. O J-Electre produziu a intercessão ilustrada na

Tabela 10, e a primeira colocação foi estabelecida a partir da menor média entre os resultados da destilação ascendente e descendente. Desta forma, o candidato (a6) obteve a primeira colocação no QAM; o (a23) a segunda colocação; o (a13) a terceira; o (a59) a quarta e o (a28) a quinta colocação. Para os empates foi utilizada a regra do sistema vigente, que é a antiguidade.

Analisando o resultado obtido com a aplicação do Método ELECTRE III e comparando com o sistema vigente na PMERJ, podemos afirmar que a questão de pesquisa foi respondida. O método ELECTRE III eliminou o efeito compensatório dos critérios (Mousseau, 1994). Isto foi possível com a comparação entre todos os pares de alternativas em uma relação binária. Isto pode ser confirmado analisando, por exemplo, as cinco primeiras colocações. O sistema vigente, conforme ilustrado na Tabela 3 apresentou para as cinco primeiras colocações o seguinte *rank*: {a23; a6; a2; a13; a28....}. O *rank* resultante da aplicação do ELECTRE III foi o seguinte: {a6; a23; a13; a59; a28...}. Comparando as posições podemos asseverar que houve alternância de posições e houve também inclusão de novo candidato neste grupo; e somente o candidato da quinta posição não sofreu alteração. Comparando o resultado das 124





avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

posições constatamos que houve alteração em 93,55% das colocações. Somente as colocações 5°, 19°, 63°, 69°, 74°, 79°, 123° e 124° permaneceram inalteradas.

Tabela 10 - Ranking final do QAM com ELECTRE III

Alternativas	Destilação Ascendente	Destilação Descendente	Média	Classificação
a6	1.0	1.0	1.0	1°
a23	1.0	2.0	1.5	2°
a13	1.0	3.0	2.0	3°
a59	1.0	4.0	2.5	4°
a28	1.0	5.0	3.0	5°
a22	9.0	29.0	19.0	60°
a53	10.0	29.0	19.5	61°
a26	11.0	31.0	21.0	62°
a47	12.0	35.0	23.5	63°
a 7	17.0	32.0	24.5	64°
a112	46.0	42.0	44.0	120°
a85	48.0	41.0	44.5	121°
a102	49.0	43.0	46.0	122°
a84	50.0	44.0	47.0	123°
a94	50.0	44.0	47.0	124°

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados completos disponível em https://github.com/researchermcda/ELECTRE-III/blob/master/Search%20data.xlsx

7 Considerações finais

O presente estudo inicialmente demonstrou que existem poucas pesquisas na área de segurança pública que buscam resolver problemas complexos tanto na área operacional como administrativas dos organismos de segurança pública com a aplicação de métodos MCDA. A pesquisa bibliográfica identificou 19 trabalhos atuando nesta expertise. Dentre os métodos observados não foi identificado nenhum da família ELECTRE.

A escolha do método ELECTRE III deu-se em função do tipo de problema estudado que se enquadrava no tipo $(P.\gamma)$. O ELECTRE IV foi descartado, pois o problema requeria a utilização de pesos que são definidos pelo DM. O processo de escolha de pessoas para cargos





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

de alta gestão é por si só complexo, e comparar uma pessoa com outra requer um nível de detalhamento maior. Desta forma, o sistema de preferência que mais se adequa ao presente caso foi o pseudo-critério, o que elimina a aplicação do ELECTRE II, que trabalha com critério-verdadeiro.

Revisitando o problema desta pesquisa, pode-se considerar respondido. Pois, a aplicação do Método ELECTRE III como alternativa viável para eliminação do efeito compensatório do processo de classificação de candidatos a promoção ao posto de Coronel na PMERJ, que integraram o Quadro de Acesso por Merecimento em dezembro de 2016, mostrou-se eficiente, pois das 124 posições analisadas, houve alteração em 93,55% dos casos. Somente em oito posições não houve alteração. Por tratar-se de um método no qual as alternativas são comparadas umas com as outras em uma relação binária, isto permite que o sucesso em um critério não permita compensar o fracasso em outros critérios.

8 Referência bibliográfica

ADLER, N.; HAKKERT, A.S.; RAVIV, T.; SHER, M.. The Traffic Police Location and Schedule Assignment Problem. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 21, pp. 315-333, 2014. https://dx.doi.org/10.1002/mcda.1522.

ALMEIDA-DIAS, J.; FIGUEIRA, J.; ROY, B. *ELECTRE TRI-C: A multiple criteria sorting method basead an characteristic reference actions. European Journal of Operational Research*, 204(3), pp. 565-580, 2010.

ALMEIDA-DIAS, J.; FIGUEIRA, J.; ROY, B. A multiple criteria sorting method where each category is characterized by several reference actions: The ELECTRE TRI-nC method. **European Journal of Operational Research**, 217(3), pp. 567-579, 2012.

AMENDOLA, K. L., WEISBURD, D., HAMILTON, E. E., JONES, G., SLIPKA, M.. An experimental study of compressed work schedules in policing: Advantages and disadvantages of various shift lengths. **Journal of Experimental Criminology**, 7(4), pp. 407-442, 2011. https://dx.doi.org/10.1007/s11292-011-9135-7.

ASHARI, H.E.; PARSAEI, M.. Application of the multi-criteria decision method ELECTRE III for the Weapon selection. **Decision Science Letters**, 3, pp. 511–522, 2014.

BENAYOUN, R.; ROY, B.; SUSSMAN, N.. *Manual de Reference du Programme Electre*. 25. Paris, France: Note De Synthese et Formaton, 1966.

BERNABEU, Y. A., Manuel D'utilisation du programe ELECTRE III. Cahier du LAMSADE, 35, pp. 1-41, 1980.

BOURANTA, N.; SISKOS, Y.; TSOTSOLAS, N. *Measuring police officer and citizen satisfaction: comparative analysis. Policing*, *38*(4), pp. 705-721, 2015. https://dx.doi.org/10.1108/PIJPSM-01-2015-0008.

CAMACHO-COLLADOS, M.; LIBERATORE; F.. A Decision Support System for predictive police patrolling. **Decision Support Systems**, 75, pp. 25-37, 2015. https://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2015.04.012.





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

CAMACHO-COLLADOS, M.; LIBERATORE, F.; ANGULO, J.M.. A multi-criteria Police Districting Problem for the efficient and effective design of patrol sector. **European Journal of Operational Research**, 246(2), pp. 674-684, 2015. https://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.023.

CHEN, C.W.; LEE, C.C.; TSENG, C.P.; CHEN; C.H.. Application of GIS for the determination of hazard hotspots after direct transportation linkages between Taiwan and China. *Natural Hazards*, 66(2), pp. 191-228, 2013. https://dx.doi.org/10.1007/s1106.

CHEN, F.; WANG, J.; DENG, Y.. Road safety risk evaluation by means of improved entropy TOPSIS-RSR. Safety Science, 79, pp. 39-54, 2015. https://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.05.006.

DE PAULA SILVA, C.J.; MOURA, A.C.; PAIVA, P.C.; FERREIRA, R.C.; SILVESTRINI, R.A.; VARGAS, A.M., FERREIRA E FERREIRA, E.. *Maxillofacial injuries as markers of interpersonal violence in belo Horizonte-Brazil: Analysis of the socio-spatial vulnerability of the location of victim's residences. PLoS ONE, 10*(8), p. Art. n. e0134577, 2015. https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0134.

DECRETO n. 532. (23 de dezembro de 1975). Regulamenta o Decreto-Lei n. 216. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Imprensa Oficial, 1975.

DECRETO-LEI n. 216. (18 de julho de 1975). Dispõe sobre a promoção de oficias da PMERJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Impresa Oficial, 1975.

DI BELLA, E., CORSI, M., LEPORATTI, L.. A Multi-indicator Approach for Smart Security Policy Making. Social Indicators Research, 122(3), pp. 653-675, 2014. https://dx.doi.org/10.1007/s11205-014-0714-7.

FIGUEIRA, J.R.; GRECO, S.; ROY, B.; SLOWINSKI, R. An overview of ELECTRE methods and theirs recent extensions. *Journal of Multi-Critéria Decision Analysis*, 20(1-2), pp. 61-85, 2013.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; ROY, B.; SLOWINSKI, R. *ELECTRE methods: Main features and recent developments*. In: P. M. PARDALOS; D. HEARN; C. ZOPOUNIDIS, *Handbook of multicriteria analysis: aplied optimization* (pp. 51-89). Berlin: Springer, 2010.

FIGUEIRA, J., MOUSSEOU, V.; ROY, B. *ELECTRE methods*. In: J. FIGUEIRA; S. GRECO; M. EHRGOTT, *Multiple criteria decision analysis: State of the art Survey* (pp. 133-153). New York: Springer, 2005.

FIGUEIREDO, C.J.; MOTA, C.M. A classification model to evaluate the security level in a city based on GIS-MCDA. Mathematical Problems in Engineering, 2016(Art. n° 3534824), 2016 https://dx.doi.org/10.1155/2016/3534824.

GIANNOULIS, C.; ISHIZAKA, A.. A Web-based Decision Support System with ELECTRE III for a Personalised Ranking of British Universities. **Decision Support Systems**, 48(3), pp. 488–497, 2010.

GOVINDAN, K.; JEPSEN, M.B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. European Journal of Operational Research, 250, pp. 1-29.

GUPTA, M.; CHANDRA, B.; GUPTA, M.P.. A framework of intelligent decision support system for Indian police. **Journal of Enterprise Information Management,** 27(5), pp. 512-540, 2014. https://dx.doi.org/10.1108/JEIM-10-2012-0073.

GURGEL, A.M.; MOTA, C.M.. A multicriteria prioritization model to support public safety planning. **Pesquisa Operacional**, 33(2), pp. 251-267, 2013. https://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382013000200007.

HODGETT, R. E.. Comparison of multi-criteria decision-making methods for equipment selection. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 85(5), pp. 1145–1157, 2016. doi:10.1007/s00170-015-7993-2.

INFANTE, C.E.; MENDONÇA, F.M.; VALLE, R.A.. Análise de robustez com o método Electre III: o caso da região de Campo das Vertentes em Minas Gerais. **Gestão & Produção**, 21(2), pp. 245-255, 2014.

ABEPRO



"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

KARVETSKI, C.W.; LAMBERT, J.H.; LINKOVZ, I.. Scenario and multiple criteria decision analysis for energy and environmental security of military and industrial installations. **Integrated Environmental Assessment and Management,** 7(2), pp. 228-236, 2011. https://dx.doi.org/10.1002/ieam.137.

LAU, H. C.; HO, G.T.; ZHAO, Y., HON, W.T.. *Optimizing patrol force deployment using a genetic algorithm. Expert Systems with Applications*, *37*(12), pp. 8148-8154, 2010. https://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.05.073.

LEONETI, A. B.. Considerations regarding the choice of ranking multiple criteria decision making methods. **Pesquisa Operacional**, *36*(2), pp. 259-277, 2016. https://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.02.0259.

LIBERATORE, F.; CAMACHO-COLLADOS, M.. A Comparison of Local Search Methods for the Multicriteria Police Districting Problem on Graph. Mathematical Problems in Engineering, (Art. n° 3690474), 2016. https://dx.doi.org/10.1155/2016/3690474.

LOPEZ, J. C.; NORIEGA, J. J.; CHAVIRA, D. A.. A Multi-Criteria Approach to Rank the Municipalities of the States of Mexico by its Marginalization Level: The Case of Jalisco. International Journal of Information Technology & Decision Making, 16(2), pp. 473-513, 2017. http://dx.doi.org/10.1142/S0219622017500080.

MANNING, M.; SMITH, C.; HOMEL, R. (2013). *Overview of: Valuing developmental crime prevention. Criminology and Public Policy*, *12*(2), 2013. https://dx.doi.org/10.1111/1745-9133.12023.

MIGNELLI, C.; POMARICO, S.; PEILA, D.. *Use of multi-criteria model to compare devices for the protection of roads against Rockfall. Environmental and Engineering Geoscience*, 19(3), pp. 289-302, 2013. https://dx.doi.org/10.2113/gseegeosci.19.3.289.

MONTAZER, G.A.; SAREMI, H.Q.; RAMEZANI, M.. Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection. **Expert Systems with Applications**, 36(8), pp. 10837-10847, 2009.

MOUSSEAU, V.. Compensatoriness of preferences in matching and choice. Cahier du LAMSADE, p. 16, 1994.

NUTT, D.J.; KING, L.A., PHILLIPS, L.D.. *Drug harms in the UK: A multicriteria decision analysis. The Lancet*, *376*(9752), pp. 1558-1565, 2010. https://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61462-6.

ÖZDEMIR, Ü.; GÜNEROĞLU, A.. Strategic approach model for investigating the cause of maritime accidents [Stratejik bir model yaklaşimi ile deniz kaza sebeplerinin araştırılması]. **Promet - Traffic - Traffico**, 27(2), pp. 113-123, 2015. https://dx.doi.org/10.7307/ptt.v27i2.1461.

PEREIRA, V.; COSTA, H.G.; NEPOMUCENO, L.D.. J-Electre (V.1.0) (software). Niteroi, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

REZAEI, J. A systematic review of multi-criteria decision-making applications. **Transportation Research Procedia**, 10, pp. 766 – 776, 2015.

ROY, B., BOUYSSOU, D., Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas. Paris: Economica, 1993.

ROY, B.. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). **RIRO**, 8, 57-75, 1968.

ROY, B.. *ELECTRE III*: Un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. *Cahiers du CERO*, 20, 3-24, 1978.

ROY, B.; BERTIER, P.. La methode ELECTRE II: Une methode de classement en presence de critteres multiples. **SEMA (Metra International)**, **Direction Scientifique**, Note de Travail No. 142, Paris, 1971.

ROY, B.; HUGONNARD, J.C.. Classement des prolongements de métro en banlieue parisienne(Présentation d'une méthode multicritère originale). Cahiers du CERO, 23, 153-171, 1982.

ROY, B.; SLOWINSKI, R.. ELECTRE IS - Aspects méthodologiques et guide d'utilisation. Cahiers du LAMSADE, 30, 125p, 1984.





"A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens

avançadas de produção"

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

WANG, X.; TRIANTAPHYLLOU, E. Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some multi-criteria decision analysis methods. In: A. Badiru (Ed.), *Handbook of Industrial and Systems Engineeting* (pp. 27-12), 2006.

YU, W. ELECTRE TRI: Aspects méthodologiques et manuel d'utilisation. Université - Paris-Dauphine. **Documente du LAMSADE** 74, 1992.



21